

貨物共同輸送の促進策に関する一考察*

Initiatives for Promoting Cooperative Freight Transport Systems

山田忠史**・谷口栄一***・則武通彦****・堀江淳嗣****

By Tadashi YAMADA, Eiichi TANIGUCHI, Michihiko NORITAKE and Atsushi HORIE

1. はじめに

貨物共同輸送¹⁾は、複数の企業が互いのニーズの合致する部分において貨物を共同で輸送するので、物流コストの削減や労働力不足への対応などの企業ニーズに応える¹⁾。同時に、貨物車交通量の削減による都市交通問題の緩和や環境問題の改善も期待できる。貨物共同輸送の実現による交通量削減効果については、例えば、積載率が5%上昇した場合、交通量が5%抑制されると言われている²⁾。したがって、これまでも、都市内物流交通の管理方策の一つとして、貨物共同輸送の必要性が指摘されてきた^{3)~5)}。

わが国においても、いくつかの貨物共同輸送システム導入事例^{6)~10)}が見られる。例えば、高層ビルの共同配送（東京新宿）、地区内共同配送（福岡天神地区など）、週末の幹線共同運行、卸売業の共同配送、特定業者間の提携型共同配送などである。

これらの導入事例の多くから、車両運行台数の削減や積載率の向上、またそれらに基づく物流コスト削減などの効果が得られている。貨物共同輸送の効果については、塚口ら⁹⁾、松本¹¹⁾、根本¹²⁾、家田ら¹³⁾によって、導入事例を基にした効果測定が行われてきた。

貨物共同輸送の必要性や効果が示されると共に、貨物共同輸送が進展するための課題も明らかになってきた。参加企業のまとめ方、事業主体、利益の公平性、各企業の情報保持、共同化事業を行うための施設整備と事業制度の体系化、都心へのアクセス路と荷捌き施設の確保、都心デポの設置などである³⁾⁴⁾¹⁰⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。また、成立要因の多様性も、貨物共同輸送の普及の阻害要因となっている。成立要因には、業種・輸送方面・地域・貨物形態・荷姿の類似性・貨物量・制約条件の有無（時刻指定等）などがある⁶⁾。

このように、貨物共同輸送の実現には多くの課題や条件が伴っており、貨物共同輸送の運営が定着している例

は多くない。したがって、いかにして企業を貨物共同輸送の採用へと導くかが重要になる。本研究では、企業（荷主企業・輸送業者）に対するアンケート調査結果を基にして、貨物共同輸送に対する企業の意識を考慮した上で、貨物共同輸送の普及に効果的な方策について検討する。

2. アンケート調査の概要

本研究で使用されるデータは、平成5年10月に京阪神地区に物流事業所を有する企業を対象として実施されたアンケート調査¹⁶⁾に基づくものである。このアンケート調査では、母集団の業種構成比に従ったランダムサンプリングにより、調査対象企業が選定された。その結果、調査票は1630社（荷主企業：1330社、輸送業者：300社）に配布され、445社（荷主企業：371社、輸送業者：74社、回収率27.3%）からの有効回答が得られている。

回答企業の中で、貨物共同輸送を実施している企業（以下、実施企業と略称する）は57社（荷主企業：54社、輸送業者：3社）、貨物共同輸送を実施していない企業（以下、非実施企業と略称する）は388社（荷主企業：317社、輸送業者：71社）であった。

主な質問項目は以下の通りである。質問項目は、実施・非実施にかかわらない共通項目と実施状況に応じた項目とに分離されている。回答形式は、下記の①～⑥については選択回答であり、下記⑦のみ自由回答である。

- ① 企業属性（資本金、年間総売上高、従業員数、業種など）【共通】
- ② 貨物共同輸送への関心【非実施企業】
- ③ 期待する効果【共通】、生じた効果【実施企業】
- ④ 生じた問題【実施企業】、実施していない理由【非実施企業】
- ⑤ 貨物共同輸送システムの拡大意向【実施企業】
- ⑥ 拡大する上での効果的な施策【実施企業】、実施するために必要となる施策【非実施企業】
- ⑦ 貨物共同輸送の事業内容【実施企業】

3. 貨物共同輸送の促進策

非実施企業の導入意向が、貨物共同輸送の普及と大きく関係する。したがって、非実施企業の貨物共同輸送導

*Keywords: 物資流動, 交通管理, 意識調査分析

** 正会員, 博士 (工学), 関西大学工学部土木工学科,
(大阪府吹田市山手町 3-3-35, TEL/FAX 06-6368-0964)

*** フェロー会員, 工博, 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻
(京都市左京区吉田本町, TEL 075-753-5125, FAX 075-753-5907)

**** 正会員, 工博, 関西大学工学部土木工学科

***** 学生員, 関西大学大学院博士前期課程土木工学専攻

入に対する意識を明確にし、貨物共同輸送実現へ向けてどのような方策を採ればよいか検討するのが有効である。そこで、非実施企業を対象として、「貨物共同輸送を実施するために必要となる施策（質問項目⑥）」について、回答結果を集計した（図-1）。

図-1 には、実施企業を対象とした「貨物共同輸送を拡大する上で効果的な施策（質問項目⑥）」に関する回答結果も示されている。なお、実施企業と非実施企業各々に対して行われた上記の質問項目⑥は、表現が異なるだけで同一の選択肢から構成されている。

図-1 から、実施企業は、「実施企業に対する税金等の軽減」や「伝票・パレット等の規格統一」を望んでいることが窺える。一方、非実施企業は、「ロジスティクスセンター等の物流拠点の、公共あるいは複数企業による共同整備（＝物流拠点の整備）」を最も支持しており、次いで、「伝票・パレット等の規格統一」や「情報通信システムの導入」といった施策を支持している。後者の諸施策は、貨物共同輸送システムの運営基盤が整備されることに相当する。したがって、公共サイドが物流拠点や貨物共同輸送システムの運営基盤を整備することは、非実施企業が貨物共同輸送システムを導入するための誘因になると考えられる。

実施企業と非実施企業によって、支持される施策に異なる傾向が見られる理由は、施策を必要とする時点の相違にあると考えられる。つまり、実施後に必要な施策なのか、実施に至るための施策なのかの違いである。非実施企業は貨物共同輸送システムを導入するために、何らかの施設・設備を必要とする。一方、実施企業は、既に貨物共同輸送システムが成立しているので、貨物共同輸送をより有利に展開するための施策を支持する。

4. 貨物共同輸送に対する意識構造

企業の貨物共同輸送に対する考え方には、多数の要因が影響しているものと考えられる。そこで、アンケート調査の回答結果を基にして、潜在変数を導入することにより多数の変数間の因果関係を同時に分析することが可能な共分散構造分析^{17),18)}を行い、非実施企業の貨物共同輸送に対する意識構造を探る。特に、貨物共同輸送の導入に対して必要となる施策、および、その施策を必要とするに至る要因に注目する。なお、本研究では、貨物共同輸送の普及に焦点を当てているので、非実施企業を分析対象としている。

(1) 共分散構造分析の概要

共分散構造モデルの特徴は、類似した傾向を示す観測変数を、直接には観測されない潜在変数によって統合し、潜在変数間の因果関係を明らかにすることにある。共分散構造モデルは、測定方程式と構造方程式を用いて表現できる。測定方程式は、潜在変数が観測変数の原因とな

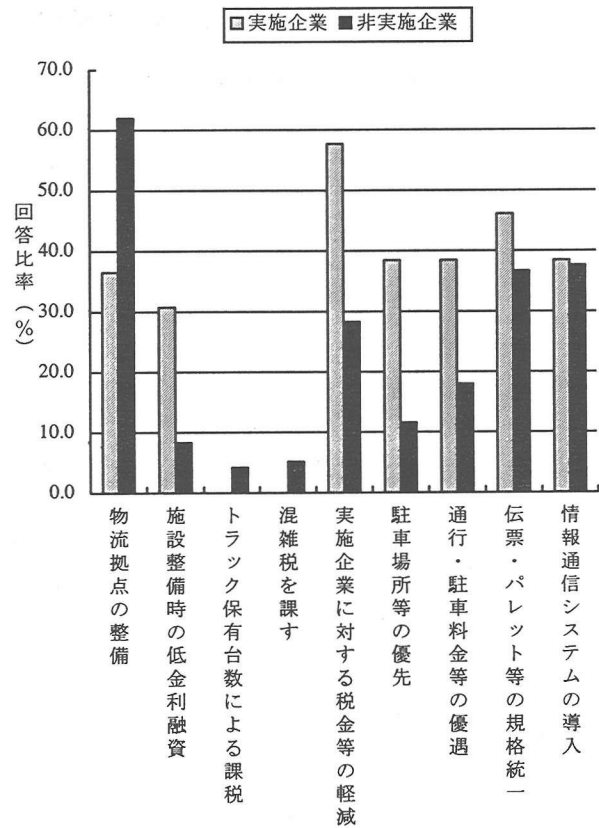


図-1 貨物共同輸送の実施・拡大に求められる施策

っている関係を表すものであり、以下のように定式化される。

$$\mathbf{x} = \boldsymbol{\mu}_x + \mathbf{K}\boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Lambda}\boldsymbol{\xi} + \mathbf{e} \tag{1}$$

ここに、

- $\mathbf{x}$: 観測変数
- $\boldsymbol{\mu}_x$: 観測変数の期待値
- $\mathbf{K}, \boldsymbol{\Lambda}$: 未知のパラメータ行列（パス係数行列）
- $\boldsymbol{\eta}$: 内生的潜在変数
- $\boldsymbol{\xi}$: 外生的潜在変数
- $\mathbf{e}$: 誤差変数

一方、構造方程式は、潜在変数間の因果関係を表すものであり、以下のように定式化される。

$$\boldsymbol{\eta} = \mathbf{B}_\# \boldsymbol{\eta} + \boldsymbol{\Gamma}\boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\zeta} \tag{2}$$

ここに、

- $\mathbf{B}_\#, \boldsymbol{\Gamma}$: 未知のパラメータ行列（パス係数行列）
- $\boldsymbol{\zeta}$: 誤差変数

なお、本研究では、共分散構造の表現には EQS 構造が用いられている。

以降の分析においては、パス図によるモデル表現が用

いられる。パス図においては、観測変数は四角形で囲まれ、潜在変数は円あるいは楕円で囲まれる。また、因果的な影響を与える変数から与えられる変数に矢印を書き、矢印に因果の影響力が付与される。本研究では、種々のモデル構造の中で、各適合度指標（GFI・AGFI・CFI）が最も高いモデルを採用している。また、各々のパスの信頼性・妥当性の検討については、パラメータの符号^[2]、およびt値を利用する。

また、潜在変数を仮定するにあたっては、観測変数に関連する質問項目への回答結果に因子分析を適用し、その結果を参考にした。

(2) 非実施企業の意識構造

要因間の関連の強さ・整合性を考慮して、貨物共同輸送の導入に対する非実施企業の意識構造を図-2 のように仮定する。

非実施企業の中で貨物共同輸送への関心が高い企業ほど貨物共同輸送を実施する可能性が高いと考えられる。したがって、貨物共同輸送への関心の高い非実施企業が必要としている施策は、貨物共同輸送の普及に向けて効果的な施策と捉えることができる。そこで、はじめに、「貨物共同輸送への関心（質問項目②）」と「貨物共同輸送を実施するために必要となる施策」の関係を調べる。（後出(3)に対応する）

貨物共同輸送への関心には企業属性が関係していることが予想され、さらに、質問項目中に設けられた項目以外の企業属性は、貨物共同輸送に期待する効果に間接的に反映されるものと考えられるので、「貨物共同輸送に期待する効果（質問項目③）」と「貨物共同輸送への関心」との関連も調べる。「貨物共同輸送を実施するために必要となる施策」は、「実施していない理由（質問項目④）」との関係が密であることが予想され、「貨物共同輸送を実施していない理由」には、「貨物共同輸送への関心」が関係するものと考えられる。そこで、これら三者の関係についても分析する。（後出(4)に対応する）

(3) 貨物共同輸送への関心と関連する施策

「貨物共同輸送への関心」と「貨物共同輸送を実施するために必要となる施策」の関係を示したものが、図-3 である。

パラメータの符号、およびt値に着目して推定結果を解釈すると、貨物共同輸送への関心が高い非実施企業ほど、貨物共同輸送を実施するにあたって、物流拠点や貨物共同輸送システムの運営基盤の整備を必要としていることが窺える。逆に、実施後の法的・金銭的優遇やトラック保有台数に応じた課税措置は、貨物共同輸送への関心との因果関係が希薄である。

また、規模が大きい企業ほど貨物共同輸送への関心が高い。回答企業の大部分が荷主企業であることを考慮すると、規模が大きい企業ほど貨物量が多いので、貨物共

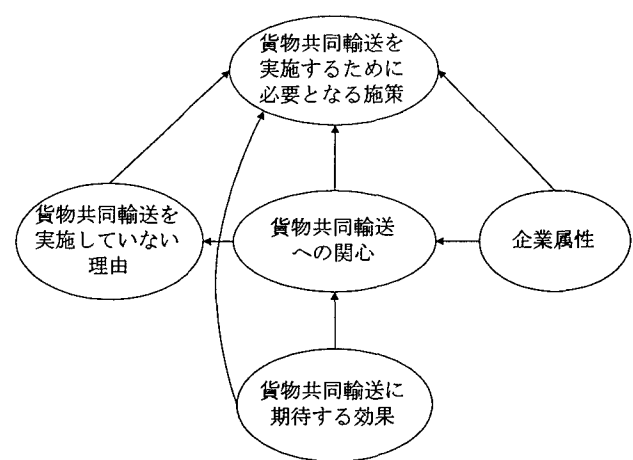


図-2 非実施企業の貨物共同輸送に対する意識構造

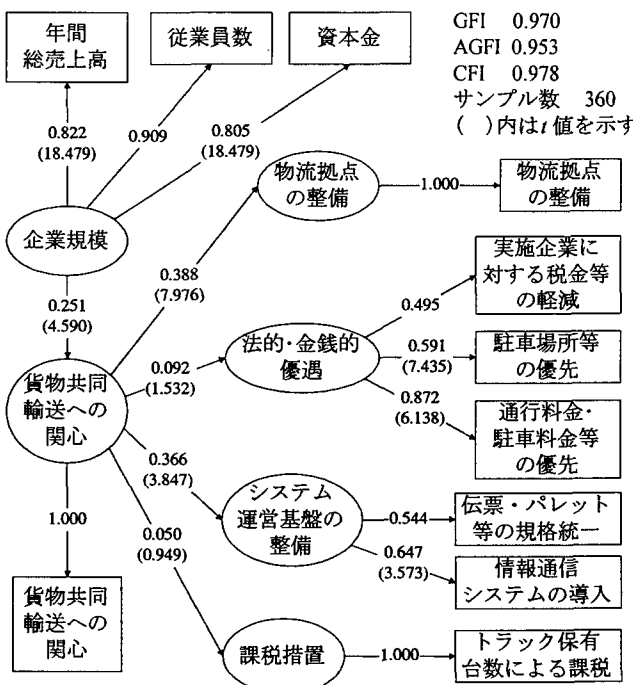


図-3 貨物共同輸送への関心と必要となる施策の関係

同輸送によるコスト削減効果が大きくなるためだと考えられる。実際、前述のアンケート調査結果においても、貨物共同輸送を実施している割合が高いのは、規模の大きな企業の方であった。

貨物共同輸送への関心と関連性が高い施策をより明確にするために、「貨物共同輸送への関心」が「貨物共同輸送を実施するために必要となる施策」に与える総合効果^[3]を調べた（図-4）。法的・金銭的優遇を表す要因と比較して、物流拠点の整備、情報通信システムの導入、伝票・パレット等の規格統一に対する値が大きい。つまり、貨物共同輸送への関心が高い企業ほど、貨物共同輸送を実施するに際して、これらの条件を重要視している。

(4) 効果的な促進策の支持要因

貨物共同輸送を実施するために必要となる施策と、そ

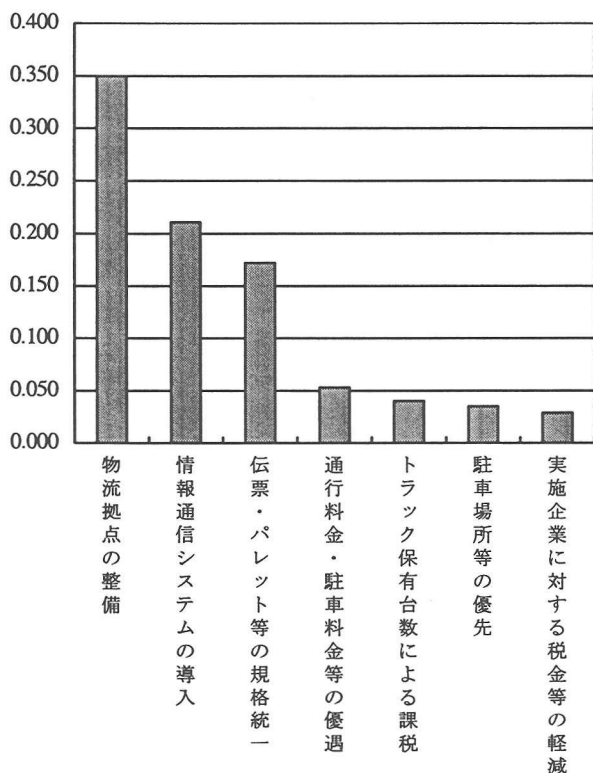
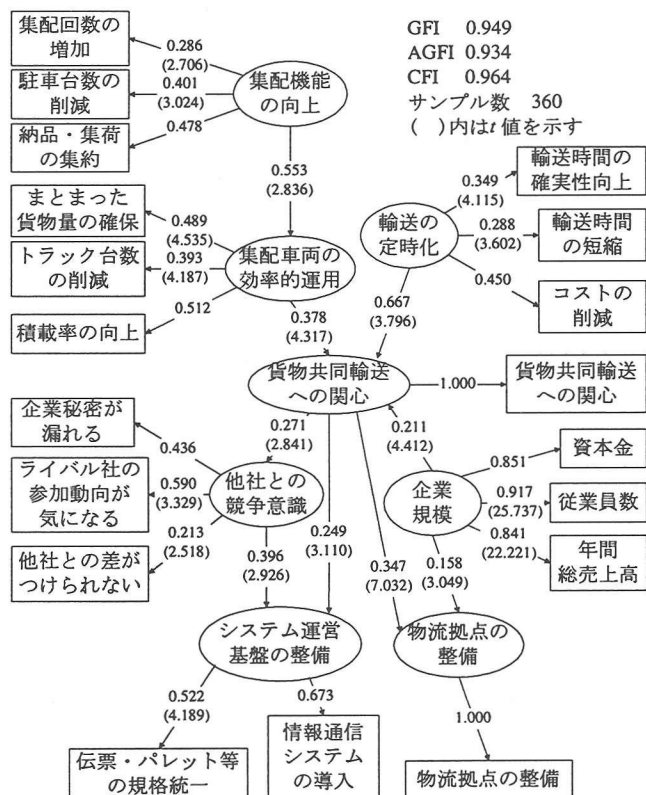


図-4 貨物共同輸送への関心からの総合効果



図一5 効果的な促進策に影響を及ぼす要因

れに影響を及ぼす要因との関係を表す因果モデルを構築する。上述の分析結果に基づいて、貨物共同輸送を実施するために必要となる施策として、「物流拠点の整備」と「システム運営基盤の整備」を取り上げる。また、モデルを作成するに当たって、図-2 で仮定した意識構造を考慮する。すなわち、それら二方策が支持される要因として、貨物共同輸送への関心と企業規模に加えて、貨物共同輸送に期待する効果や貨物共同輸送を実施していない理由が考慮される。

図-5 は、モデルの推定結果が示されたものである。「貨物共同輸送に期待する効果」に関する潜在変数は、「集配機能の向上」、「集配車両の効率的運用」、「輸送の定時化」である。また、「貨物共同輸送を実施していない理由」に関する潜在変数は、「他社との競争意識」である。

図-5 から、企業規模が、貨物共同輸送への関心や物流拠点の整備と関連しているのが見て取れる。規模が大きい企業ほど貨物共同輸送への関心が高く、物流拠点の整備が誘因となって貨物共同輸送が実施される可能性が高いものと推測される。このことは、図-3 に示されたモデルが示唆する結果と整合する。

また、貨物共同輸送への関心が高い企業ほど、他社との競争を意識していることも確認できる。各企業にとって他社は競争する関係にあり、基本的には協調する関係にはない。したがって、貨物共同輸送に関心を寄せることは、他社との競合関係を再認識することになる。この競争意識が要因となって、情報通信システムの導入や伝

票・パレット等の規格統一などの、貨物共同輸送システムが円滑に運営されるための基盤整備を必要とするものと考えられる。

さらに、集配車の効率的運用や輸送の定時化への期待が、貨物共同輸送への関心を形成していることが見て取れる。集配車両の効率的運用を期待する背景には、貨物共同輸送を実施することによる集配機能の向上への期待が関係している。

(5) 業種の考慮

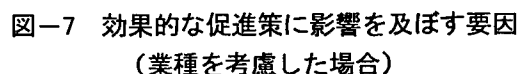
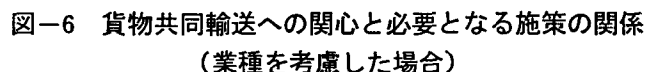
荷主企業と輸送業者では、貨物共同輸送に対する意識構造が異なるものと考えられる。この点を考慮するには、業種別（荷主企業と輸送業者）にモデルを作成し、その結果を比較すればよい。しかし、上述のアンケート調査では母集団の業種構成比に従って調査対象企業数が決定されているため、輸送業者のサンプル数が少ない。そのため、荷主企業のためのサンプルで、図-3、図-5 と同様のモデルを作成したところ、適合度指標、パラメータ、およびt値のいずれについても、図-3、図-5 に示されたモデルと同様の結果が得られた。つまり、両モデルには、荷主企業の意向が強く反映されている。

そこで、業種に関する潜在変数を加え^[4]、両モデルを再推定することにした。推定結果が、図-6、図-7に示されている。

業種を加えることで、図-3 や図-5 に比べてモデル全体の適合度がいくぶん低下しているものの、全体の構造には差異は見られない。したがって、これらのモデル

次に、図-7 より、輸送の定時化を期待しているのは荷主企業の方であり、集配車両の効率的運用を期待しているのは輸送業者の方であることが見て取れる。つまり、荷主企業は、物資が指定時刻に低コストで到着することを望み、他方、輸送業者は、まとまった貨物を効率よく集配送することを望んでいるのである。

また、「他社との競争意識」に関連する項目以外の問題点についても、実際に生じたと回答した実施企業は少ない。そのことは、「貨物共同輸送システムの拡大意向



表ー1 貨物共同輸送実施後に生じた問題

問題点	回答数 (社)	回答比率 (%)
仕分け等の作業が面倒になる	10	17.5
集配時間が限定される	9	15.8
需要の変動への対応が難しい	8	14.0
輸送品目が限定される	7	12.3
自社貨物の追跡が難しい	5	8.8
ライバル社の参加動向が気になる	4	7.0
安全性・責任の所在が明確でない	3	5.3
輸送業者との間が疎遠になる	2	3.5
企業秘密が漏れる	0	0.0
他社との差がつけられない	0	0.0

…「他社との競争意識」に関連する項目

（質問項目⑤）」に対する実施企業の回答結果にも反映されている。実施企業全体の77.2%（44社）が「拡大意図がある」と回答している。この結果から、実施企業は、導入した貨物共同輸送システムの現状に満足しており、さらなる利益を求めて将来的にシステムを拡大する傾向にあるものと推測できる。

これらのことから、貨物共同輸送が円滑に運営されていることを非実施企業に例示できる場の設置が、貨物共同輸送を普及させるための課題の一つとなると考えられる。

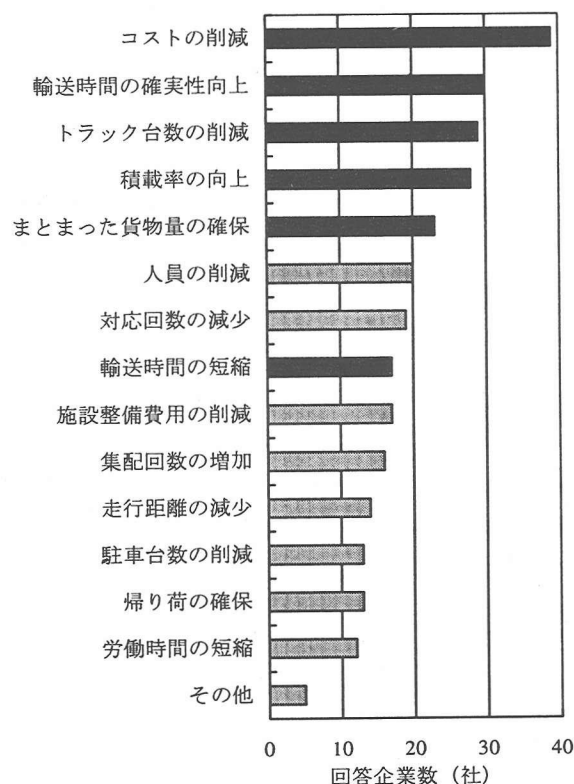
次に、非実施企業の期待効果の実現性について検討する。図ー8は、「共同輸送により実際に生じた効果（質問項目③）」について、実施企業の回答を集計した結果である。実施企業の多くが、輸送の定時化や集配車両の効率的運用に関して、効果を得ていることが確認される。例えば、コストの削減や輸送時間の確実性向上については、回答企業数が高くなっている。

貨物共同輸送が実施されることにより、これらの効果は、非実施企業にとっても現実のものとなる可能性が高い。したがって、非実施企業に対して、貨物共同輸送を実施することによって輸送の定時化や集配車両の効率的運用が実現していることを明示し、貨物共同輸送に対する関心が高まるように誘導していくべきである。

実施企業は、導入当初に期待していた通り、あるいはそれ以上の成果を上げていることが多く、貨物共同輸送の効果に満足しているものと考えられる。そのため、実施企業は、貨物共同輸送システムを拡張することにより、さらなる効果を得ようとしているものと推測される。このような状況を、非実施企業に対して積極的に提示していく必要がある。

6. おわりに

本研究では、企業を貨物共同輸送へと導くための有効な方策について検討した。その結果、非実施企業にとっては、物流拠点の整備が貨物共同輸送導入への誘因になることが明らかになった。さらに、情報通信システムの



…輸送の定時化や集配車両の効率的運用に関連する項目

図ー8 貨物共同輸送の実施により生じた効果

導入や伝票・パレット等の規格統一など、貨物共同輸送システムの運営基盤を充実させることも有効であることがわかった。これらの施策に加えて、貨物共同輸送から得られる効果の実現性や実施企業のシステムを、非実施企業に対して明示することの重要性も確認された。

ただし、本研究で得られた知見が、貨物共同輸送システムの成立過程の全てを表しているわけではない。例えば、物流拠点整備が貨物共同輸送の実現に寄与する可能性が示されたが、ただ単に物流拠点が整備されるだけで、貨物共同輸送が普及するとは考え難い。物流拠点の規模、種類（広域拠点、都市内拠点、端末デポ等）、立地条件、必要な施設、効果的な運営・管理方法などについて慎重に検討しなければならないであろう。また、物流拠点整備には、多くの資金と長い期間が必要である。その上、用地取得や周辺住民からの反対といった問題にも対処しなければならない。これらのことを勘案すれば、情報通信システムの機能を高度化するなどして、既存の物流施設を有効利用することも一案であろう。

最後に、本研究では、企業規模や業種が貨物共同輸送の成立要因の一つであることが示唆されたが、取扱品目なども、成立に深く関係するものと考えられる。今後は、貨物共同輸送の成立要因について、より多面的に検討していく必要がある。

【補注】

[1] 貨物共同輸送とは、複数の輸送業者もしくは荷主が輸

送機能を対象に、共同で運営・利用する輸送形態のことである。貨物共同輸送は、単に共同輸送と呼ばれることもある。幹線部の輸送と顧客への集配送を区別して、共同輸配送と表現されることもある。また、集配送の共同化に特定した場合、輸送共同化は共同集配送と表現され、特に、配送に関する共同化事例が多いことから、共同配送と呼ばれることも多い。本研究では、これら貨物を共同で輸送する形態の総称として貨物共同輸送と表現している。

- [2] 観測変数を数値化する際には、離散型の順序尺度を用いており、肯定的な回答に対して正の大きな数値が与えられている。したがって、潜在変数間の因果関係を示すパラメータ（図-3・5・6・7）については、パラメータの符号が正の時、矢印を付与する変数と付与される変数の大小関係（もしくは、高低、強弱）が一致（正比例）するものと解釈される。
- [3] 総合効果は、原因側の変数が結果側の変数に対して与えている因果的な影響力の大きさを総合的に評価するための指標であり、直接効果と間接効果の和で求められる。直接効果は、変数間の関係を表している矢印上のパラメータで表される。また、間接効果は、原因側と結果側の変数間に他の変数が介されている場合に、関係する矢印上のパラメータの積で表される。
- [4] 潜在変数「業種」に対応する観測変数については、荷主企業を1、輸送業者を2として区別している。

【参考文献】

- 1) Button, K.J. and Pearman, A.D.: *The Economies of Urban Freight Transport*, MacMillan, pp.171-178, 1981.
- 2) 山本正：物流と道路経済の相互有効機能について，道路交通経済，No.63，pp.37-42，1993.
- 3) 松本昌二，高橋洋二：土木計画学における物流問題と物流研究の課題，土木計画学研究・講演集，Vol.14(2)，pp.141-147，1991.
- 4) 苦瀬博仁：都市内物流における共同化の課題，土木計

画学研究・講演集，No.15(2)，pp.1-4，1992.

- 5) 高田邦道：共同化推進のための公共施設整備，土木計画学研究・講演集，No.15(2)，pp.17-18，1992.
- 6) 吉本隆一：民間事業者による物流効率化への取り組み，道路，平成10年2月号，pp.42-46，1998.
- 7) 川茂夫：イトーヨーカドーにおける物流効率化への対応—消費者の視点による物流改革—，道路，平成10年2月号，pp.47-50，1998.
- 8) 鹿島茂，芦田昇：建物内共同配送の実施方法と課題，土木計画学研究・講演集，No.15(2)，pp.9-10，1992.
- 9) 塚口博司，毛利正光，松井三思呂：都心商業地区における物資共同輸送システムの導入に関する一考察，土木学会論文集，No.401，pp.23-31，1989.
- 10) 今井昭夫：大阪機械卸業団地の整備と卸業団地間の共同輸送，土木計画学研究・講演集，No.16(2)，pp.21-24，1993.
- 11) 松本昌二：土木計画からみた都市内物流共同化の効果，土木計画学研究・講演集，No.15(2)，pp.25-28，1992.
- 12) 根本敏則：都市内物流の共同化の効果とその促進策—福岡天神地区共同集配送事業をケーススタディとして—，第27回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.349-354，1992.
- 13) 家田仁，佐野可寸志，常山修治：マクロ集配輸送計画モデルの構築とその「地区型共同集配送」評価への適用，土木計画学研究・論文集，No.10，pp.247-254，1992.
- 14) 中村宏，根本敏則：都市内物流の共同化に関する一考察—天神地区共同集配送について—，土木計画学研究・講演集，No.15(2)，pp.637-642，1992.
- 15) 高橋洋二，中村純，小林等：端末物流と都市交通，都市計画，Vol.44，No.5，pp.17-24，1996.
- 16) 西野賢治，谷口栄一，大矢正樹：貨物の共同輸送の実態に関する調査，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，土木学会，pp.264-265，1994.
- 17) 竹内啓：SASによる共分散構造分析，東京大学出版会，1992.
- 18) 狩野裕：グラフィカル多変量解析，現代数学社，1997.

貨物共同輸送の促進策に関する一考察

山田忠史・谷口栄一・則武通彦・堀江淳嗣

貨物共同輸送は、物流交通に起因した都市交通・環境問題に対応するための有効な手段の一つとして考えられている。本研究は、京阪神地区に事業所を有する企業に対して実施されたアンケート調査結果を基にして、貨物共同輸送を促進するための効果的な方策について検討するものである。非実施企業の貨物共同輸送に対する関心と導入に向けて必要としている施策の関係を中心として、非実施企業の貨物共同輸送に対する意識構造を、共分散構造分析手法を適用することによりモデル化した。モデルの推定結果から、貨物共同輸送を推進するための施策として、物流拠点整備や貨物共同輸送システムの運営基盤整備が有効であることが明らかになった。

Initiatives for Promoting Cooperative Freight Transport Systems

Tadashi YAMADA, Eiichi TANIGUCHI, Michihiko NORITAKE and Atsushi HORIE

Cooperative freight transport is one of the basic strategies to realize sustainable urban freight transport. This paper focuses on the measures that effectively lead companies to introduce cooperative freight transport systems. In order to clarify the relationship between the attitudes of companies towards introducing cooperative freight transport systems and those measures, the covariance structure analysis was applied using the data collected by means of questionnaires. Results showed that construction of freight transport terminals plays an important role to disseminate cooperative freight transport systems.
